


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO (*Bacillus subtilis*)  
EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis  
niloticus*), DURANTE LA FASE JUVENIL, EN LA ALDEA MADRE  
VIEJA, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA”**

**LUIS GUILLERMO GUERRA BONE**

**Licenciado en Zootecnia**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2011.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO (*Bacillus subtilis*)  
EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis  
niloticus*), DURANTE LA FASE JUVENIL, EN LA ALDEA MADRE  
VIEJA, TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA”**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**LUIS GUILLERMO GUERRA BONE**

**Al conferírsele el Grado Académico de**

**LICENCIADO ZOOTECNISTA**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2011.**

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO:</b>	Med. Vet. Leonidas Ávila Palma
<b>SECRETARIO:</b>	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
<b>VOCAL I:</b>	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
<b>VOCAL II:</b>	M. Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
<b>VOCAL III:</b>	Med. Vet. Y Zoot. Mario Antonio Motta González
<b>VOCAL IV:</b>	Br. Javier Enrique Baeza Chajón
<b>VOCAL V:</b>	Br. Ana Lucia Molina Hernández

**ASESORES**

M. Sc. Luis Franco  
Licda. en Acuicultura. Silvia Guerra  
M.A. Enrique Corzantes

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de  
La Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su  
consideración el Trabajo de Tesis titulado:**

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE UN PROBIÓTICO (*Bacillus subtilis*) EN  
LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*),  
DURANTE LA FASE JUVENIL, EN LA ALDEA MADRE VIEJA,  
TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA”**

**Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia**

**Como requisito previo a optar al título profesional de:**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

## **TESIS QUE DEDICO**

### **A DIOS**

Por que sin El no sería nada.

### **A MIS PADRES**

Luis Guillermo Antonio y Ligia Rosa Lisette por el amor, dedicación y esfuerzo realizado, para que lograra salir adelante en mi vida profesional y personal.

### **A MIS HERMANAS**

Ana Lisette, Ligia María, Silvia Lorena, Claudia Lucrecia por ser una fuente de inspiración y fortaleza para superar los obstáculos que se han presentado a lo largo de mi carrera y mi vida.

### **A MIS SOBRINOS**

María Andrea, Juan Fernando, José Guillermo y Ana Pamela por ser la luz que me llena de esperanza y fuerza para seguir superándome.

### **A MIS CUÑADOS**

Luis Fernando y Aldo Vinicio, por ser parte de mis triunfos y los de mi familia.

### **A MIS AMIGOS**

Sigrid, Kevin, Linda, Rodrigo, Alex, Alejandro, María Fernanda, Juan Fernando (+), Berny, Ramiro, Mariela, Amigos y Hermanos de la Promoción LV del Colegio Salesiano Don Bosco. Por acompañarme y darme animo en mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A DIOS** Por haberme regalado el don de la vida, la sabiduría y la fuerza para lograr terminar mi carrera universitaria.
- A MIS PADRES** Por brindarme la oportunidad de escoger, estudiar y culminar una carrera universitaria.
- A MIS ASESORES** Por haber confiado en mi persona, mi conocimiento y mis habilidades como estudiante y profesional.
- AL PRODUCTOR** Juan José Morales Pérez Por haberme abierto las puertas de su casa y prestar sus instalaciones para realizar la fase experimental del estudio.
- A LA FACULTAD** De Medicina Veterinaria Y Zootecnia, En especial a la **Escuela De Zootecnia y sus catedráticos.** Por haberme formado como un profesional de alta calidad.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
3.1.	General .....	4
3.2.	Específicos .....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
4.1.	Tilapia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ):.....	5
4.2.	Tracto Gastrointestinal de la Tilapia .....	6
4.3.	Alimentación y nutrición .....	6
4.4.	Microflora gastrointestinal en Tilapia Nilótica.....	7
4.5.	Probiótico.....	8
4.6.	Identificación de cepas probióticas .....	9
4.7.	Modo de acción de los probióticos.....	10
4.7.1.	Producción de compuestos inhibidores: .....	10
4.7.2.	Competencia por compuestos químicos o por energía disponible:.....	11
4.7.3.	Competencia por los sitios de adhesión con respecto a los microorganismos patógenos: .....	11
4.8.	Probiótico comercial.....	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1	Localización .....	13
5.2.	Materiales: .....	13
5.3	Manejo del estudio:.....	14

5.3.1. FASE I: Compra, medición, traslado y siembra en los estanques .....	14
5.3.2. FASE II: Fase Experimental.....	15
5.3.3. FASE III: análisis de los datos obtenidos.....	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
6.1. Ganancia de peso:.....	19
6.2. Conversión alimenticia:.....	21
6.3. Talla.....	21
6.4. Tasa de supervivencia .....	23
6.5. Evaluación económica: .....	23
VII. CONCLUSIONES .....	25
VIII. RECOMENDACIONES.....	26
IX. RESUMEN.....	27
SUMMARY .....	29
X. BIBLIOGRAFÍA.....	31



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b>	Ficha técnica calidad de agua para Tilapia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	5
<b>CUADRO 2.</b>	Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	7
<b>CUADRO 3.</b>	Cantidad de probiótico correspondiendo al 1% del alimento balanceado conforme al alimento utilizado.....	15
<b>CUADRO 4.</b>	Resultados estadísticos obtenidos en los diferentes tratamientos.....	19
<b>CUADRO 5.</b>	Beneficios brutos, costos variables y beneficio neto.....	23
<b>CUADRO 6.</b>	Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA 1.</b>	Comparación de la curva de crecimiento de juveniles de Tilapia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en base al peso (g).....	20
<b>GRÁFICA 2.</b>	Comparación de la curva de crecimiento de juveniles de Tilapia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en base a la talla total (cm).....	22

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha tenido en los últimos años adelantos significativos en cuanto a la producción de una amplia variedad de organismos, siendo el de mayor explotación comercial a nivel nacional, la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), la cual se cultiva en sistemas semi-intensivos e intensivos, donde los requerimientos nutricionales son satisfechos mediante dietas artificiales completas con alto porcentaje de proteína.

Debido a las condiciones de cultivo intensivo, donde se empobrece la calidad de agua debido a las altas densidades de siembra, los organismos se encuentran sujetos a un estrés crónico que se traduce productivamente en bajas tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia, así como presencia de enfermedades.

Para sobrellevar estos problemas se ha estudiado el uso de aditivos alimenticios que minimicen los efectos del estrés crónico, reduciendo por el efecto el apareamiento de patologías asociadas. Estos aditivos suelen actuar como promotores de crecimiento, destacando las hormonas, antibióticos, ionóforos y algunas sales entre otros. El uso indiscriminado puede ocasionar efectos adversos al animal (alteraciones hormonales, intoxicación, predisposición a enfermedades) y residuales para el consumidor final (Lara Flores, et. al 2002).

Una alternativa viable es la adición de microorganismos benéficos al alimento. Los microorganismos benéficos, conocidos como probióticos, mejoran el comportamiento productivo animal sin efectos para el consumidor final (Lara Flores, et. al 2002). Los probióticos son definidos como un aditivo alimenticio microbiano vivo que contribuye al equilibrio microbiano intestinal mejorando la degradación de alimento y actuando como promotores de crecimiento, por su acción sobre el intestino favoreciendo una mayor absorción y utilización de los nutrientes. Estos

microorganismos ya instalados en el sistema intestinal inhiben otras poblaciones bacterianas comúnmente oportunistas en patología, y aumentan sus productos terminales, especialmente aminoácidos libres que favorecen el sistema inmunológico de los peces.

El uso de probióticos en animales es relativamente nuevo, actualmente se utilizan y se realizan estudios en diferentes tipos de producciones pecuarias de las cuales cabe mencionar bovinos, equinos, porcinos, conejos y aves. En pollos de engorde los probióticos se han utilizado, para obtener mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. En conejos el uso de probióticos ha reducido problemas de enteritis y en cerdos problemas de diarrea, además de las mejoras en ganancia de peso y conversión alimenticia. (Barrera Díaz, 2001)

De acuerdo con los resultados obtenidos en distintas especies animales, se infiere la viabilidad de la inclusión de probiótico dentro de la dieta de tilapia, esto con el fin de conocer sus efectos en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia, talla y supervivencia en juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).

## **II. HIPÓTESIS**

- 1.1.** El uso de probiótico en la alimentación, durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), mejora los parámetros productivos y de supervivencia.

### III. OBJETIVOS

#### 1.2. General

- Generar información sobre el uso de probiótico en la alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) durante la fase juvenil.

#### 1.3. Específicos

- Determinar el efecto de respuesta sobre: talla (cm), ganancia de peso (g), conversión alimenticia y tasa de supervivencia (%), al incluir probiótico (*Bacillus subtilis*) en el alimento, durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).
- Calcular los costos de producción al adicionar probiótico (*Bacillus subtilis*) en el alimento, durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*)

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*):

Grupo de peces de origen africano que habita mayoritariamente en regiones tropicales del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento (Wikipedia, 2008).

La tilapia es un pez de aguas cálidas, que vive tanto en agua dulce como salobre e incluso puede acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático (Wikipedia, 2008). La Tilapia Nilótica puede adaptarse a un amplio rango de temperatura, oxígeno disuelto, pH, dureza, amonio, nitritos y otros factores que pueden afectar la calidad del agua como se observa en el cuadro No. 1.

**Cuadro No. 1:** Ficha técnica calidad de agua para Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*)

CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS
Temperatura (°C)	Máxima :34-36 Optima: 28-32 Mínima : 14
Oxígeno (mg/Lit.)	Optimo : 5 Mínimo : 2
Ph	Optimo : 6.5 – 7.5
Bióxido de carbono (mg/Lit.)	50 – 100
Dureza (mg/Lit.)	100 – 170
Turbidez (cm)	Mínimo 4
Transparencia (cm)	45
NH <sub>3</sub> amonio (mg/Lit.)	0.3

Fuente: SRA, 2009

#### **4.2. Tracto Gastrointestinal de la Tilapia**

El tracto gastrointestinal de la tilapia es un órgano complejo y multifuncional que absorbe y regula de manera endocrina la digestión de metabolitos. Además mantiene el balance de electrolitos y del agua, e interviene en el proceso inmunológico del organismo; se divide en intestino anterior, medio y posterior y cada una de estas regiones son funcionalmente diferentes. Se caracteriza por ser largo y delgado, típico de los peces herbívoros y omnívoros, y presenta un pH entre 7.5 y 9.0. (Escobar-Briones. 2006)

Debido a las características omnívoras, la tilapia presenta un tracto gastrointestinal diferente tanto en estructura como en funcionamiento comparado con otros peces carnívoros o herbívoros. En estudios realizados se determinó que en la región anterior del intestino se realizan la mayoría de las actividades enzimáticas, microbianas y de absorción (Escobar-Briones. 2006).

#### **4.3. Alimentación y nutrición**

La forma en que se realiza la alimentación depende del tipo de cultivo, instalaciones, edad de los peces y actividades de la granja. Un buen alimento debe ayudar a promover un crecimiento rápido, una mejor conversión alimenticia, sin contaminación, mejorando la resistencia a enfermedades y logrando un costo beneficio adecuado (Agua Verde Acuicultura 2008).

En sistemas semi-intensivos e intensivos la alimentación es a base de alimento balanceado completo, cuya formulación se ajusta a las diferentes etapas de crecimiento según sus requerimientos nutricionales (Agro Ganado, 2008). En el cuadro No. 2 se puede observar que; durante la fase juvenil, de la Tilapia Nilótica, los requerimientos de nutrientes son bastante altos para su mantenimiento y desarrollo.



**Cuadro No. 2:** Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*)

<b>Nutrientes esenciales</b>	<b>Estadio</b>	<b>Requerimiento dietario</b>
<b>Proteína</b>	<b>Juvenil</b>	<b>35 - 45 %</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>Juvenil</b>	<b>&lt; 25 %</b>
<b>Proteína:</b>	<b>Juvenil</b>	<b>110 mg/kg</b>
<b>Relación energética</b>		
<b>Lípidos: Totales, <math>\Omega</math>- 6 EFA, <math>\Omega</math>-3 EFA</b>	<b>Juvenil</b>	<b>5 - 8 %</b>

**Fuente:** Ram C. Bhujel, 2002

La eficiencia operativa está altamente influenciada por la dependencia existente hacia los alimentos comerciales, mismos que constituyen el costo variable más elevado en la producción intensiva. (SAGPyA, 2008).

Hasta hace unos años, la principal finalidad de los alimentos era proveer los nutrimentos necesarios para la obtención de un crecimiento máximo, sin embargo, actualmente las dietas tienen el propósito de fungir además como alimentos funcionales, esto es, que su influencia no solo comprenda el crecimiento de los organismos, sino que ésta se extienda a incrementar la salud y la resistencia al estrés y a los agentes causantes de enfermedades dentro de los sistemas de cultivo. (SAGPyA, 2008)

#### **4.4. Microflora gastrointestinal en Tilapia Nilótica**

La microflora gastrointestinal juega un papel importante e influye de manera directa sobre la nutrición y la salud de los animales en general. Por esto mismo, al alterarla se afectan el estatus fisiológico de los organismos incluyendo la inmunidad, el crecimiento y el desarrollo general. (Escobar-Briones. 2006)

El desarrollo de la microflora gastrointestinal es un proceso gradual que comienza después del nacimiento. La fuente inicial de colonización bacteriana, en los animales acuáticos, está determinada por su contacto con el ambiente circundante, e influida por la ingesta de alimento y la absorción de nutrientes, así como la aparición de proteínas y enzimas digestivas. La variabilidad poblacional dependerá del tipo de dieta ingerida, la edad, la ubicación geográfica, los tratamientos con medicamentos y el estado general del organismo. En este sentido, la microflora intestinal de los peces se considera como nativa cuando los microorganismos son capaces de colonizar la superficie epitelial del intestino del hospedero, o en su defecto, transitoria si los microorganismos presentes en el medio circundante no logran permanecer dentro del intestino. (Escobar-Briones. 2006)

Durante toda la vida del animal, esta flora intestinal presenta funciones metabólicas y protectoras. La función metabólica tiene como finalidad ayudar en los procesos de digestión y absorción de nutrientes para proporcionar energía al organismo y la función protectora es de estimular el sistema inmune del organismo. (Escobar-Briones. 2006)

#### **4.5. Probiótico**

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud y en la fisiología del hospedero. Una forma de actuar de los probióticos para lograr alcanzar un buen estado de salud del individuo, es a través de la resistencia otorgada contra la invasión de microorganismos patógenos, que se logra mediante la generación de sustancias antimicrobianas como ácido láctico y otros ácidos de cadena corta (Ruiz Gramajo, 2007). Según International Life Science Institute, Bruselas (ILSI), 1998, los probióticos son: "Microorganismos vivos que cuando son ingeridos en cantidades suficientes, tienen efectos beneficiosos sobre la salud, lo que va más allá de los efectos nutricionales convencionales" (Ruiz Gramajo, 2007).

#### 4.6. Identificación de cepas probióticas

Entre los microorganismos utilizados como probióticos se encuentra el *Bacillus subtilis* que afecta benéficamente al hospedero, mejorando su equilibrio microbiano intestinal (Rojas Contreras, 2008). Esto puede ser debido a inmunomodulación, exclusión de microorganismos patógenos por adhesión competitiva o por la síntesis de sustancias antimicrobianas.

El *Bacillus subtilis* es una bacteria tipo bastón con esporas que se encuentra normalmente en el suelo. El *Bacillus subtilis* es una bacteria Gram+, no patógena bastante estudiada y muy utilizada comercialmente como probiótico para animales y humanos (Sacred Mountain Management, Inc., 1997). El *B. subtilis* produce un sinnúmero de enzimas, materias relacionadas con ácido nucleico, glucopeptido, lipasas y otros metabolitos (Nutrivet, 2009).

Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de energía y sean donadores de electrones. Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina. (Nutrivet, 2009)

Dentro de los probióticos bacterianos, la posición de *B. subtilis* es única ya que las esporas son formas de vida latentes que pueden sobrevivir en un estado de desecación, deshidratación indefinida, estrés físico, temperaturas altas, radiación Ultra Violeta, químicos, etc. (Rojas Contreras, 2008; Kőrösi Molnár et. al. s.f.). Los bacilos pueden llegar a vivir dentro de los límites de temperatura de 55 a 90°C y un pH bastante ácido (pH = 3) (Nutrivet, 2009; Kőrösi Molnár et. al. s.f.).

La cepa de *Bacillus subtilis* se encuentra catalogada como un promotor de crecimiento e inmunoestimulante. De acuerdo con estudios clínicos documentados en “the medical research report, immune-stimulation by *Bacillus subtilis* preparations” desarrollado por el microbiólogo J. Harmann, los componentes de la pared celular del

*Bacillus subtilis*, activa el sistema inmunológico, incluyendo la activación de anticuerpos específicos que son sumamente eficaces contra muchos virus, hongos y bacterias patógenas. (Sacred Mountain Management, Inc. 1997).

Entre otro tipo de microorganismos que se utilizan como probióticos se encuentran las bacterias ácido láctico, ya que representan una parte importante en la flora gastrointestinal de los animales y juegan un papel importante en la inhibición o eliminación de microorganismos patógenos (Escobar-Briones. 2006).

La efectividad del probiótico a base de *Lactobacillus* se ve mermada por tener una baja viabilidad de células, ya que al ser procesado mediante un secado en frío o cuando la temperatura supera los noventa grados centígrados por más de nueve minutos, la bacteria pierde sus propiedades y muere (Hernández Gómez, 2008).

Estudios recientes sobre el uso de probiótico, Hernández Gómez (2008) utilizó un probiótico a base de *Lactobacillus acidophilus*, donde concluyó; que el uso de *Lactobacillus acidophilus*, provoca una diferencia significativa en términos de las variables peso y talla durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). Y en cuanto a la variable conversión alimenticia, se obtuvo un mayor aprovechamiento del alimento. (Hernández Gómez, 2008)

#### **4.7. Modo de acción de los probióticos**

Los probióticos tienen que presentar diversos modos de acción que ejercen efectos positivos en el hospedero como lo son:

**4.7.1. Producción de compuestos inhibidores:** Capacidad de liberar sustancias químicas con efecto bactericida o bacteriostático, constituyendo una barrera contra patógenos oportunistas. Compuestos tales como bacteriocinas, lisozimas, antibióticos, sideróforos, proteasas, peróxido de hidrógeno, ácidos orgánicos, entre otros. Bacterias lácticas por ejemplo producen bacteriocinas que inhiben el

crecimiento de bacterias, especialmente gram positivas. El *Bacillus sp.* se caracteriza por ser productor de compuestos antibióticos (Cedeño, Ricardo. 2007).

**4.7.2. Competencia por compuestos químicos o por energía disponible:** La capacidad bacteriana de competir por nutrientes o minerales influye sobre la composición de la flora bacteriana en el animal y el medio. Por ejemplo la competencia por hierro, que se desarrolla gracias a la acción de los sideróforos, que no son más que compuestos quelantes específicos para iones férricos, que pueden disolver el hierro precipitado y hacerlo disponible para la bacteria (Cedeño, Ricardo. 2007).

**4.7.3. Competencia por los sitios de adhesión con respecto a los microorganismos patógenos:** el probiótico compite con los patógenos por los sitios de adhesión. No solo compite por el espacio para la fijación sino que puede producir sustancias inhibitorias una vez fijada en el tejido (Cedeño, Ricardo. 2007).

Estos mecanismos pueden presentarse de manera individual o en conjunto, pero las consecuencias en el huésped serán normalmente la supresión de microorganismos patógenos, alteración del metabolismo bacteriano y estimulación del sistema inmunológico. (Laura Escobar-Briones. 2006)

#### **4.8. Probiótico comercial**

El producto comercial se encuentra elaborado por medio de fermentación compleja para crear el medio adecuado donde la bacteria pueda vivir y producir enzimas que mejoren la absorción gastrointestinal. El producto está desarrollado especialmente para la adición en el alimento de peces y camarones. Y se recomienda la aplicación en forma de pellet húmedo o partícula de alimento extrusado húmeda (Nutrivet, 2009).

La casa comercial productora del probiótico comercial recomienda aplicar, al alimento, un porcentaje de 0.5 a 1% del total del alimento.

Los beneficios que se obtienen al proveer el probiótico comercial a el pez, son los siguientes:

1. Elevación de peso y talla
2. Mejoramiento en el rendimiento de alimentos.
3. Mejoramiento en el coeficiente de supervivencia.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización

El estudio se llevó a cabo en la aldea Madre Vieja, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, Esta se encuentra sobre la franja costera del pacífico a 120 Km de la Ciudad de Guatemala (Sigüenza de Mico RR, Ruiz-Ordoñez JA, 1999). Se ubica en una zona bosque seco sub tropical y bosque húmedo sub-tropical cálido, a una altura de 0 a 8 msnm, con una temperatura promedio de 33.9°C y una precipitación pluvial anual de 1,510mm (Leiva, 2006).

### 5.2 Materiales:

- 8 piletas (16 m<sup>2</sup>)
- 800 juveniles de Tilapia Nilótica (peso promedio de 1.24 g.)
- Alimento balanceado de una casa comercial con 45%PC y 38%PC.
- 1% de probiótico por ración diaria.
- Balanza granataria.
- Cinta métrica (150cm)
- Hojas de registro
- Lapicero
- Computadora
- Calculadora
- Atarraya
- Baldes plásticos
- Bomba para asperjar

### **5.3 Manejo del estudio:**

El estudio se efectuó en un período de cuatro meses, durante los cuales se llevó a cabo el trabajo de campo, tabulación de datos y análisis estadístico, dividiéndose el mismo en tres fases, las cuales fueron:

#### **5.3.1. FASE I: Compra, medición, traslado y siembra en los estanques**

##### **5.3.1.1. Compra, medición y traslado de los juveniles:**

Los juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), machos producto del cruce con súper machos conocidos como GMT (Genetically male tilapia) por sus siglas en ingles, fueron comprados en la Estación Experimental las Ninfas, ubicada en el municipio de Amatitlán, Guatemala.

Antes de trasladar los juveniles de tilapia, se realizó un muestreo de los mismos, con el fin de determinar al inicio del estudio el peso y talla de los ellos y se les sometió a un período de 12 horas sin alimento para lograr una mejor adaptación a nuevos medios.

El traslado de los peces se realizó por vía terrestre en bolsas de nylon transparente (calibre 8mm) de 25 libras, llenándose con dos tercios de agua y un tercio de oxígeno puro.

##### **5.3.1.2. Siembra en las piletas**

Al llegar al lugar donde se realizó el estudio los peces se aclimataron y distribuyeron aleatoriamente en las diferentes piletas, las cuales fueron identificadas con el número de tratamiento y el número de repetición para llevar el control respectivo. La población inicial de siembra fue de 100 juveniles por pileta.



### 5.3.2. FASE II: Fase Experimental

#### 5.3.2.1. Alimentación

La ración alimenticia suministrada diariamente, se calculó como un porcentaje de la biomasa total de cada pileta, realizando ajustes cada semana (ver Cuadro No. 1). La frecuencia de alimentación fue de cuatro veces al día.

#### 5.3.2.2. Acondicionamiento del probiótico en el alimento.

Para el acondicionamiento del probiótico líquido en el alimento, se realizó el siguiente procedimiento:

- El probiótico fue aplicado una vez al día por medio de una bomba de aspersión a toda la ración diaria, procurando que éste se adhiriera lo más homogéneamente posible (ver Cuadro No. 3).

**Cuadro No. 3:** Cantidad de probiótico correspondiendo al 1% del alimento balanceado conforme al alimento utilizado.

Concentrado	Semana	Alimento (g/día)	Solución con probiótico (ml)
<b>45% Proteína Cruda</b>	1	56,7	0,57
	2	70,88	0,71
	3	85,05	0,85
	4	113,4	1,13
<b>38% Proteína Cruda</b>	5	113,4	1,13
	6	141,85	1,42
	7	170,1	1,70
	8	226,8	2,27
	9	283,5	2,84
	10	340,2	3,40
	11	453,6	4,54
	12	680,4	6,80
	13	907,2	9,07
	14	1134	11,34

**Fuente:** Realización propia

### **5.3.2.3. Muestreos:**

Cada quince días, utilizando una atarraya (red de nylon para la captura de organismos acuáticos), se tomó una muestra de 50 peces por pileta. Dependiendo de la variable a medir los datos fueron tomados de la siguiente forma:

- Para la variable talla total (cm), se tomaron los datos por medio de una cinta métrica de 150 centímetros.
- Para la variable ganancia de peso, se pesó a través de una balanza granataria con una sensibilidad de 0.1 g.
- Para la variable conversión alimenticia, al finalizar el estudio se realizó una relación entre el alimento proporcionado (g) y la ganancia de peso que se obtuvo (g).
- Para la variable tasa de supervivencia, se llevó un registro de mortalidad para establecer el número de bajas durante el desarrollo del estudio y se realizó un conteo de organismos al finalizar la fase experimental.

La fase experimental del estudio finalizó al momento en que los peces alcanzaron un peso promedio de 150g.

### **5.3.3. FASE III: análisis de los datos obtenidos**

#### **5.3.3.1. Diseño Experimental**

La distribución de los peces en los diferentes tratamientos y repeticiones se realizó aleatoriamente con dos tratamientos y cuatro repeticiones.

### 5.3.3.2. Tratamientos:

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

- T1 = Alimento balanceado con la adición del 1% de probiótico *Bacillus subtilis* por kilogramo de alimento.
- T2 = Alimento balanceado sin adición de probiótico.

### 5.3.3.3. Variables respuesta:

Las variables evaluadas durante el estudio fueron:

- Ganancia de peso (g)
- Conversión alimenticia
- Talla total(cm)
- Tasa de supervivencia (%)

### 5.3.3.4. Análisis Estadístico:

Las variables talla (cm), ganancia de peso (g) y conversión alimenticia fueron analizadas a través de la prueba de hipótesis de T de Student para dos tratamientos independientes y variables cuantitativas continuas.

Donde:

$$t = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

**t** = valor estadístico de la prueba t de Student.

$\bar{X}_1$  = valor promedio del grupo 1.

$\bar{X}_2$  = valor promedio del grupo 2.

**S<sub>p</sub>** = desviación estándar ponderada de ambos grupos.

**n<sub>1</sub>** = tamaño de la muestra del grupo 1.

**n<sub>2</sub>** = tamaño de la muestra del grupo 1.

**Fuente:** Ramos Plaza, Eduardo R. 2002

La variable tasa de supervivencia (%) se analizó a través de la prueba no paramétrica Mann-Whitney para variables cuantitativas discretas.

Donde:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \sum R_2$$

$U_1$  y  $U_2$  = valores estadísticos de U Mann-Whitney.  
 $n_1$  = tamaño de la muestra del grupo 1.  
 $n_2$  = tamaño de la muestra del grupo 2.  
 $R_1$  = sumatoria de los rangos del grupo 1.  
 $R_2$  = sumatoria de los rangos del grupo 2.

**Fuente:** Ramos Plaza, Eduardo R. 2002

#### 5.3.3.5. Evaluación económica:

La evaluación económica de los resultados, se realizó a través de una determinación de los costos incurridos en los dos diferentes tratamientos y la realización de la tasa marginal de retorno (TMR).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro No. 4 se presentan los resultados de la evaluación del efecto de la adición de un probiótico comercial a base de *Bacillus subtilis* en el alimento, sobre las variables peso, talla, conversión alimenticia y supervivencia en juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).

**Cuadro No. 4:** Resultados estadísticos obtenidos en los diferentes tratamientos.

VARIABLE	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	PROBABILIDAD
	1	2	
<b>Ganancia de Peso (g)</b>	74.13 <sup>a</sup>	63.86 <sup>b</sup>	0.0037*
<b>Conversión Alimenticia</b>	01.44 <sup>a</sup>	01.48 <sup>a</sup>	0.8782
<b>Talla (cm)</b>	15.23 <sup>a</sup>	14.67 <sup>b</sup>	0.0242*
<b>Supervivencia (%)</b>	98.25 <sup>a</sup>	97.00 <sup>a</sup>	0.3143

\*datos con probabilidad < 0.05 presentan diferencia significativa.

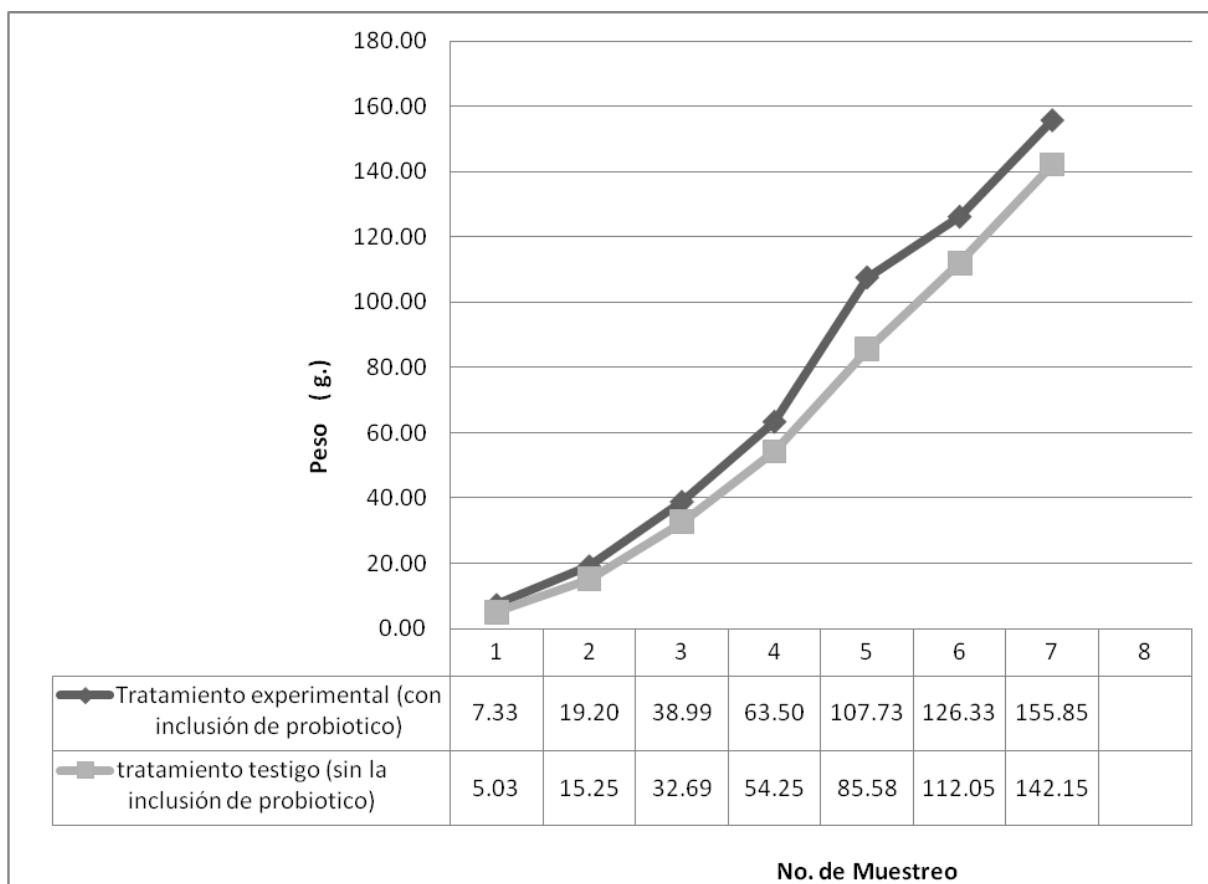
### 6.1. Ganancia de peso:

Para la variable ganancia de peso, como se observa en el Cuadro No. 4, se obtuvo una diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) donde el tratamiento número 1, correspondiente al tratamiento experimental con *B. subtilis*, alcanzo una media de peso de 74.13 gramos, mientras que el tratamiento testigo alcanzó una media de peso de 63.68 gramos. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Lara Flores, MR et al. 2002 quienes evaluaron el efecto de un promotor de crecimiento comercial (terramicina) y un probiótico comercial (*Lactobacillus acidophillus* y *Streptococcus faecium*) reportando mayores ganancias de peso en el tratamiento con probiótico, presentando diferencia significativa con los demás tratamientos ( $p < 0.05$ ).

Contrariamente a lo observado en este estudio, Hiroto Maeda et al 2007 quienes evaluaron la influencia de un probiótico comercial en la actividad de las enzimas digestivas en Tilapia (*O. niloticus*) en donde no se obtuvo una diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) entre el tratamiento testigo y el tratamiento experimental al que se le aplicó el 1% de probiótico vivo.

En el estudio realizado por Xuxia Zhou et al. 2009 utilizaron diferentes probióticos, adicionados al agua con una concentración de  $1 \times 10^7$  UFC/ml para todos los tratamientos (T1 *Bacillus subtilis*, T2 *Bacillus cuagulans*, T3 *Rhodopseudomonas palustris*) se obtuvo una diferencia significativa en peso final ( $p<0.05$ ) entre los tratamientos donde se adicionó probiótico y el tratamiento testigo siendo los de mejores resultados el T3 y T2 a diferencia que el T1 y el tratamiento testigo.

**Grafica No. 1:** Comparación de la curva de crecimiento de juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en base al peso (g).



En la grafica anterior se puede observar la curva de ganancia de peso de los diferentes tratamientos, donde el tratamiento experimental presenta mejores resultados obteniendo una diferencia de 13.7 gramos al finalizar el período juvenil.

## **6.2. Conversión alimenticia:**

Como se puede observar en el cuadro No. 4 no se encontró diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) entre el tratamiento experimental (T1) y el tratamiento testigo (T2), obteniéndose una conversión alimenticia de 1.48 y 1.44 respectivamente.

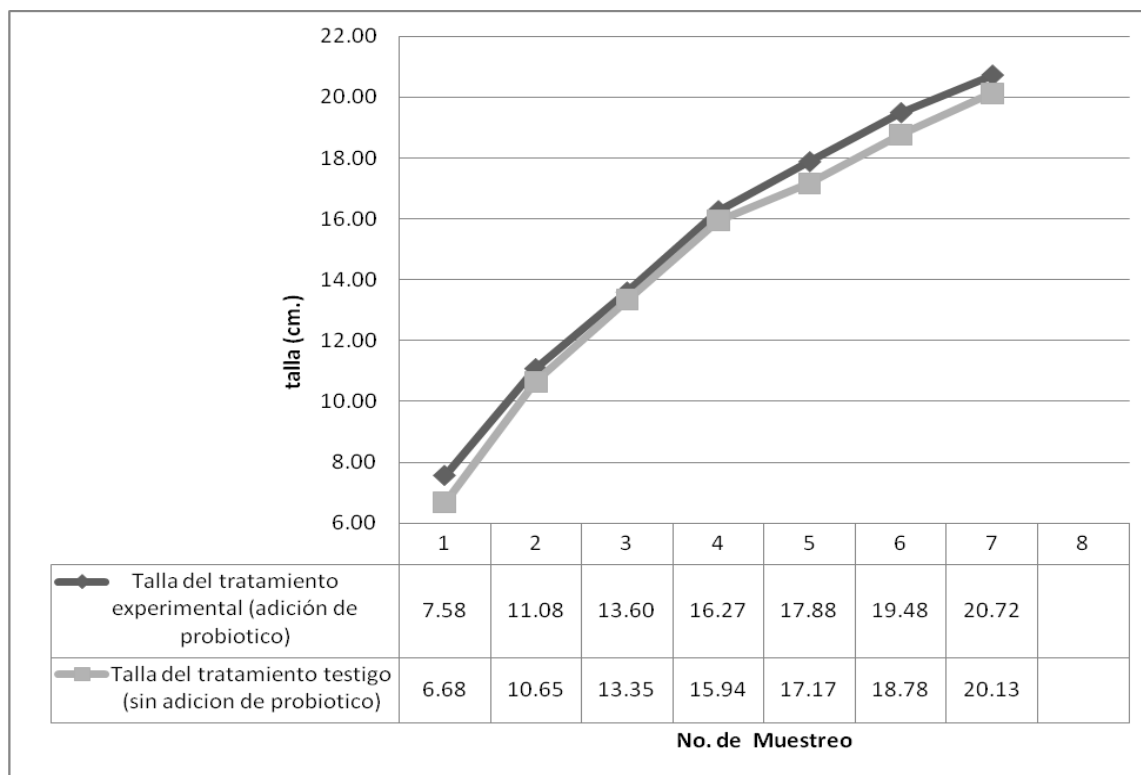
A.A. Ghazalah et al. 2010 evaluaron la utilización de un concentrado con 30% de proteína cruda y un probiótico comercial a base de *Bacillus subtilis* donde los datos obtenidos fueron 1.717 y 1.812, para el tratamiento experimental y testigo, respectivamente, no encontrándose así, diferencia significativa entre tratamientos.

## **6.3. Talla**

Al analizar los datos para la variable talla (cm), se obtuvo una diferencia estadística significativa ( $p<0.05$ ) dado a que el tratamiento experimental obtuvo una media en talla de 15.23 cm, contra el tratamiento testigo que alcanzó una media de 14.67 cm. Al finalizar el estudio se pudo observar una talla final de 20.72 cm. para el tratamiento experimental y una talla final de 20.13 cm para el tratamiento testigo, como bien se observa en la Grafica No. 2.

Estos datos concuerdan con los datos obtenidos por Guevara Rosania et al. 2003 quienes evaluaron el uso de diferentes dosis de probiótico por kilogramo de alimento en tilapia roja (*Oreochromis sp.*), el estudio generó como resultado una diferencia significativa entre los tratamientos con diferentes dosis de probiótico (T2, 2 g./Kg.; T3, 4 g./Kg.; T4, 6 g./Kg.) siendo el T4 el de mejores resultados.

**Grafica No. 2:** Comparación de la curva de crecimiento de juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en base a la talla total (cm).



En la grafica anterior se puede observar el crecimiento en base a la talla (cm) de los juveniles de tilapia (*O. niloticus*); al finalizar el estudio el tratamiento experimental obtuvo una diferencia de 3% respecto al tratamiento testigo.

La relación peso-talla de los juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) se evaluó a través del índice de condición (K), el cual constituye una herramienta para valorar el estado corporal de los peces. El índice de condición presentó una diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos; para el tratamiento experimental donde se adicionó el probiótico a base de *Bacillus subtilis* se obtuvo un índice de condición de 2.10 y el tratamiento testigo presentó un índice de condición de 2.02. Dato que concuerda con el estudio realizado por Mora, J. et al, quienes obtuvieron un índice de condición presentando una tendencia de incremento sostenido que inició con valores de  $K=2$  hasta alcanzar los máximos de  $K=2.6$  al finalizar el engorde.



#### 6.4. Tasa de supervivencia

Para la variable supervivencia, no existió una diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) ya que el tratamiento No. 1 obtuvo una supervivencia de 98.25% mientras que el tratamiento testigo presentó una supervivencia de 97%. Estos resultados muestran que el probiótico a base de *Bacillus subtilis* no mejoró la tasa de supervivencia.

#### 6.5. Evaluación económica:

Para la obtención de la Tasa Marginal de Retorno se utilizó la metodología propuesta por CIMMYT(1988)<sup>1</sup>

**Cuadro No. 5:** Beneficios brutos, costos variables y beneficio neto.

BENEFICIOS	TRATAMIENTO	
	1	2
<b>Rendimiento (Kg.)</b>	61.25	55.15
<b>Precio de venta (Q/Kg.)</b>	22.00	22.00
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	1347.50	1213.30
<b>COSTOS VARIABLES</b>		
<b>Consumo de alimento (Kg.)</b>	87.17	81.20
<b>Costo alimento</b>	376.57	351.16
<b>Cantidad probiótico (Its)</b>	1.06	0.00
<b>Costo probiótico</b>	37.10	0.00
<b>TOTAL COSTO VARIABLES (Q)</b>	413.67	351.16
<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>933.83</b>	<b>862.14</b>

<sup>1</sup>Metodología utilizada para la evaluación económica de la Tasa Marginal de Retorno

**Cuadro No. 6:** Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno.

TRATAMIENTO	COSTO	$\Delta C$	BENEFICIO	$\Delta B$	TMR%	
<b>2.00</b>	351.16		862.14			
<b>1.00</b>	413.67	62.51	933.83	71.69	1.1469	114.69

El cálculo de la Tasa Marginal de Retorno nos indica que el tratamiento en el cual se obtuvo mayor rentabilidad, aun teniendo un aumento en los costos variables, fue el tratamiento con una adición de 1% de probiótico a base de *Bacillus subtilis*, donde se obtuvo una Tasa Marginal de Retorno de 114.94%.

## VII. CONCLUSIONES

1. La adición de probióticos a base de *Bacillus subtilis* en la alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) durante la fase juvenil, mejoró las variables productivas peso y talla, observándose al final del estudio una diferencia de 10.27 gramos para la variable peso y una diferencia de 0.56 centímetros para la variable talla.
2. Estadísticamente no se observó diferencia significativa entre el tratamiento experimental (adición de probiótico *Bacillus subtilis*) y el tratamiento testigo, para las variables conversión alimenticia y supervivencia.
3. La adición del probiótico a base de *Bacillus subtilis* en la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) incrementó los costos variables, sin embargo se determinó una tasa marginal de retorno del 114.69% para el tratamiento experimental.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización del 1% de adición de probiótico a base de *Bacillus subtilis* en la dieta durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) dado a los resultados económicos y productivos obtenidos durante el estudio.
2. Debido a los resultados obtenidos durante el estudio realizado, se recomienda la evaluación del comportamiento productivo y económico, utilizando porcentajes de adición mayores a 1%.
3. Evaluar el efecto aditivo del probiótico a base de *Bacillus subtilis* durante la fase final de engorde de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).

## IX. RESUMEN

**GUERRA BONE, LG.** 2011. “Efecto de la adición de un probiótico (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil, en la aldea Madre Vieja, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala”. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT., USAC/FMVZ. 34 p.

El presente estudio se realizó con el objetivo de generar información sobre el uso de probiótico en la alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) durante la fase juvenil, determinando el efecto de respuesta sobre: ganancia de peso (g), conversión alimenticia, talla (cm) y tasa de supervivencia (%); al igual que la determinación de costos de producción al adicionar probiótico (*Bacillus subtilis*) en el alimento, durante la fase juvenil de Tilapia Nilótica. El estudio se llevo a cabo en la Aldea Madre Vieja, del Municipio de Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, localizada a 120 kilómetros de la ciudad de Guatemala, en una zona de vida de bosque seco sub-tropical cálido y bosque húmedo sub-tropical cálido, a una altura de 0 a 8 metros sobre el nivel del mar (MSNM) con una temperatura promedio de 33.9°C y una precipitación pluvial de 1510 milímetros anuales.

El estudio consistió en la evaluación de dos tratamientos: tratamiento experimental donde se adiciono el 1% de probiótico a base de *Bacillus subtilis* por kilogramo de alimento y el tratamiento testigo sin la adición de probiótico. Para la fase experimental del estudio se utilizaron ocho piletas de 16m<sup>2</sup> cada una, y una población inicial de siembra de cien organismos por pileta. Durante el estudio se realizaron 15 muestreos en donde fueron tomados los datos para la evaluación de las variables, ganancia de peso (g), talla total (cm), conversión alimenticia y tasa de supervivencia (%). Para el análisis estadístico de las variables ganancia de peso, talla total y conversión alimenticia, se aplicó la prueba de T de Student para dos tratamientos independientes con variables cuantitativas continuas; mientras que para la evaluación de la variable tasa de supervivencia se utilizó la prueba de U de Mann-

Whitney para variables cuantitativas discretas. Para la evaluación económica se determinaron los costos variables para ambos tratamientos y se aplicó una Tasa Marginal de Retorno (TMR).

Al finalizar el estudio se pudo concluir que la adición de probióticos a base de *Bacillus subtilis* en la alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) durante la fase juvenil, mejoró las variables productivas peso y talla, observándose una diferencia de 10.27 gramos para la variable peso y una diferencia de 0.56 centímetros para la variable talla. Estadísticamente no se observó diferencia significativa entre el tratamiento experimental (adición de probiótico *Bacillus subtilis*) y el tratamiento testigo, para las variables conversión alimenticia y supervivencia. Y la adición del probiótico a base de *Bacillus subtilis* en la fase juvenil de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) incrementó los costos variables, sin embargo se determinó una tasa marginal de retorno del 114.69% para el tratamiento experimental.

Debido a los resultados económicos y productivos obtenidos durante el estudio realizado, se recomienda la utilización del 1 % de adición de probiótico a base de *Bacillus subtilis* en la dieta durante la fase final de engorde de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*); la evaluación del comportamiento productivo y económico mediante el uso de porcentajes de adición mayores a 1 % y la evaluación del efecto aditivo del probiótico a base de *B. subtilis* durante la fase final de engorde de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

## SUMMARY

**GUERRA BONE, LG. 2011.** “Effect of a probiotic addition (*Bacillus subtilis*) in the feeding of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during the juvenile phase, in the village “Madre Vieja”, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Thesis Lic. Zootechnics graduate. Guatemala, GT., USAC/fmvz. 34p.

This study was conducted with the objective of generating information on the use of probiotics in the feeding of the Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) during the juvenile phase, determining the effect of response in the following aspects: weight gained (grams), feed conversion, size (centimeters) and survival rate (percentage %); as to the determination of the production costs when such probiotic (*Bacillus subtilis*) is added to the diet, during the juvenile phase of the Nile Tilapia. The study was conducted on the Village “Madre Vieja”, of the municipality of Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, located 120 kilometers from the capital city of Guatemala, in a living area of a sub-tropical warm dry forest and of a wet sub-tropical warm forest, at an altitude from 0 to 8 meters above sea level. With an average temperature of 33.9 °C; and a rainfall of 1510 millimeters per year.

The work consists on the evaluation of two different treatments: the experimental treatment on which was added one percent of the probiotic based on *Bacillus subtilis* per kilogram of food and the control treatment without adding the probiotic additive. On the experimental phase of the study were utilized eight pools of 16m<sup>2</sup> each one, with a density of 100 organisms per pool. During the study 15 samples were taken and the data for the evaluation of variables is based on those samples: weight gained (grams) total size (centimeters); feed conversion and survival rate (percentage). For the statistics analysis of the variables of weight gained, total size and feed conversion, was applied the trial “T” of Student for the two independent treatments with continuous variables; and for the evaluation of the survival rate variable was applied the trial of U of Mann-Whitney for the discrete quantitative

variables. For the economical evaluation the variable costs of both treatments were determined and applied a marginal rate of return test (MTR).

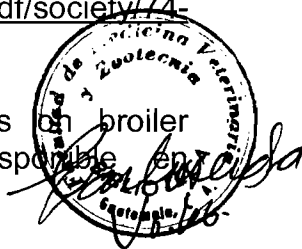
At the end of this study the conclusion is that the probiotic addition based on *Bacillus Subtilis* on the feeding of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during the juvenile phase, improved production variables on size and weight, with a difference of 10.27 grams on the weight variable and a difference of 0.56 centimeters on the size variable. Statistically no difference was observed between the experimental treatment (addition to the probiotic *Bacillus subtilis*) and the control treatment on the variables of feed conversion, and survival rate. And the probiotic *Bacillus subtilis* addition on the juvenile phase of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) increased variable costs; however a marginal rate of return of 114.69% is determined by the experimental treatment.

Therefore is recommended the implementation of 1% probiotic based on *Bacillus subtilis* addition on the diet during the juvenile phase of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) according to the economic and productive results obtained during this study. As a consequence of the results obtained during this study, is also recommended the evaluation of the economic and productive performance introducing percentages over 1%. And to evaluate the addition effect of the probiotic based on *bacillus subtilis* during the final phase of growing of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*).



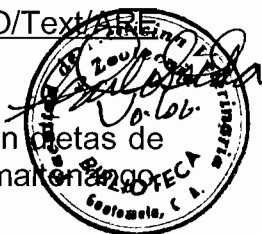
## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Agro Ganado 2008. Cría de Tilapia en Estanques Rústicos (en línea). Consultado 08 feb. 2009. Disponible en <http://www.sitioagroganado.com/content/view/376/93/1/5>
- Agua Verde Acuicultura 2008. Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) (en línea). Consultado 09 feb. 2009. Disponible en <http://aguaverde.acuicultura.googlepages.com/tilapiaplateada>
- Barrera Díaz, JG. 2001. Evaluación del Efecto de la Inclusión de un Probiótico Comercial en la Dieta de *Oreochromis Sp* en la Etapa de Reversión Sexual (en línea). Consultado 07 ene. 2009. Disponible en <http://www.ustadistancia.edu.co/web/academia/investigacionpublicacionesArticulos.cfm?Publicacion=1&Edicion=2&Articulo=50>
- Cedeño, Ricardo. 2007. Probióticos y sus aplicaciones en el cultivo de camarón (en línea). Consultado 28 feb. 2009. Disponible en <http://www.cenaim.espol.edu.ec/descarga/probioticos.pdf>
- Escobar-Briones, L. 2006 Avances sobre la ecología microbiana del tracto digestivo de la tilapia y sus potenciales implicaciones (en línea). Consultado 30 Nov. 2008. Disponible en <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/viii/pdf/8Olverafinal.pdf>
- Ghazalah, AA. 2010. Effect of Probiotics on performance and nutrients digestibility of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Low Protein Diets. (en línea). Consultado 02 dic. 2010 disponible en [http://www.sciencepub.net/nature/ns0805/06\\_2393\\_ns0805\\_46\\_53.pdf](http://www.sciencepub.net/nature/ns0805/06_2393_ns0805_46_53.pdf)
- Hernández Gómez, SD. 2008. Efecto de *Lactobacillus acidophilus* como probiótico en el crecimiento de Tilapia Nilótica, *Oreochromis niloticus*. Tesis, Lic. en Acuicultura, Guatemala, GT. CEMA (Centro de estudios del mar y acuicultura). 27p.
- Hiroto Maeda, Y. et al. 2007. Influence of Commercial Probiotics on the Digestive Enzyme Activities of Tilapia, *Oreochromis Niloticus*. (en línea). Consultado 25 ene. 2011. Disponible en <http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/society/74-1687.pdf>
- Kőrösi Molnár, SR et. al. s.f. Influence of *Bacillus subtilis* on broiler performance (en línea). Consultado 11 mar. 2009. Disponible en <http://www.agriculturejournals.org/doi/pdf/10.5898/2227-1723.100101>



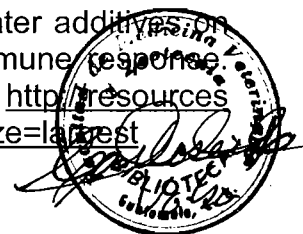
<http://www.animalscience.com/uploads/additionalFiles/WPSABalatonfured/286288Korosi.pdf>

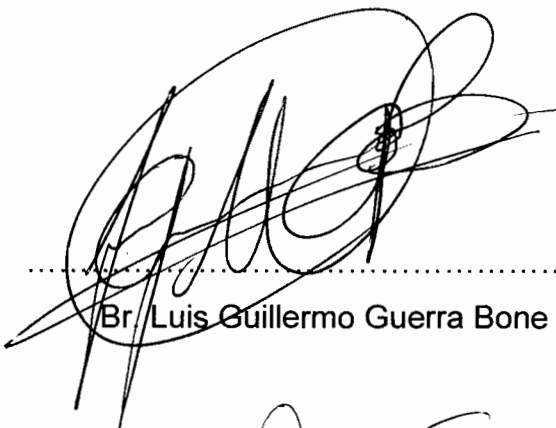
- Lara Flores, MR et al. 2002 Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (en línea). Consultado 29 Nov. 2008. Disponible en <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/vi/pdf/A22.pdf>
- Leiva, A. 2006. Informe final del ejercicio profesional supervisado (EPS) en la aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa y en la estación experimental CEMA-USAC. Guatemala, Centro de estudios del mar y acuicultura. 69p.
- Mora, J. et al. 1997. Engorde de tilapia roja e híbrida de cachama para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región centroccidental de Venezuela (en línea). Consultado 20 ene. 2011. Disponible en <http://www.ucla.edu.ve/dagronom/piscicultura/textoref7.pdf>
- NUTRIVET, 2009 (Nutrición Veterinaria, GT) Información técnica del *Bacillus subtilis* y del producto BIOTEC Guatemala, GT, Nutrivet (trifolio).
- Ram Bhujel, C. 2002 Manejo Alimentario para Tilapia (en línea). Consultado 08 de feb. 2009. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01Especie s/archivos/000008Tilapia/071201 Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia %20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php>
- Ramos Plaza, ER. 2002. Prueba de U Mann-Whitney para dos muestras independientes (en línea). Consultado 15 mar. 2009. Disponible en <http://members.fortunecity.com/bucker4/estadistica/pruebatnorel.htm>
- Ramos Plaza, ER. 2002. Prueba T de Student para datos no relacionados (muestras independientes) (en línea). Consultado 15 mar. 2009. Disponible en <http://members.fortunecity.com/bucker4/estadistica/pruebatnorel.htm>
- Rockocy, JE. 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme *Oreochromis niloticus* (en línea). Consultado 07 dic. 2010. Disponible en [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es)
- Rojas Contreras, CL et. al. 2008. *Bacillus subtilis* como un probiótico funcionalizado para la liberación de interferón gamma (en línea) consultado 25 feb. 2009. Disponible en <http://www.smb.org.mx/XXVIIICONGRESO/Text/ARE A-11/CARTELES/11 A 14.pdf>
- Ruiz Gramajo, A. 2007. Efecto de la adición de *Bacillus subtilis*, en dietas de pollo de engorde, sobre parámetros productivos, en el área de Chimaltenango.



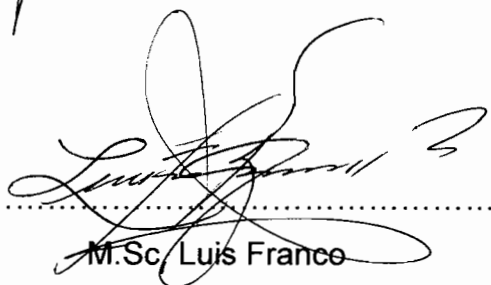
Tesis, Lic. en Acuicultura, Guatemala, GT, FMVZ (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia) 19p.

- Sacred Mountain Management, Inc. 1997. Still Benefiting Health-Savvy Individuals (en línea) consultado el día 11 mar. 2009. Disponible en <http://www.upwardquest.com/bacillus-subtilis.html>
- SAGPyA (Secretaría de agricultura, ganadería y pesca, AR) 2008. Acerca del cultivo de tilapia nilótica y tilapia roja (en línea). Consultado 05 feb. 2009. Disponible en [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01-Especies/archivos/000008Tilapia/071201\\_Acerca%20del%20Cultivo%20de%20Tilapia%20Roja%20o%20Del%20Nilo.pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01-Especies/archivos/000008Tilapia/071201_Acerca%20del%20Cultivo%20de%20Tilapia%20Roja%20o%20Del%20Nilo.pdf)
- Sigüenza de Micheo RR, Ruiz-Ordoñez JA (Comps.) 1999. Plan Maestro de la reserva natural de usos múltiples Monterrico. Centro de Estudios Conservacionistas, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Proyecto "Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala" (INAB-UICN-UE). Guatemala, 202p.
- SRA (Secretaría de la Reforma Agraria, MX) 2009. Manual del participante Cultivo de tilapia en Estanques rústicos (en línea). Consultado 15 de abr. 2009. Disponible en [http://www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/Cultivo\\_tilapia\\_estanques\\_rusticos.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo_tilapia_estanques_rusticos.pdf)
- Wikipedia 2008. Tilapia (en línea). Consultado 08 ene. 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Tilapia>
- Zhou, X. et al. 2009. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. (en línea) consultado 02 de dic. 2010. Disponible en <http://resources.metapress.com/pdfpreview.axd?code=3r48263358704q51&size=largest>







Br. Luis Guillermo Guerra Bone



M.Sc. Luis Franco





Licda. en Acuicultura  
Silvia Lorena Guerra Bone



M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz

IMPRÍMASE

Med. Vet. Leonidas Ávila Palma